

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-261628

(43)Date of publication of application : 29.09.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

C23F 4/00

H01L 21/3213

(21)Application number : 09-308117

(71)Applicant : HYUNDAI ELECTRON IND CO LTD
APPLIED MATERIALS

(22)Date of filing : 23.10.1997

(72)Inventor : KIN SEIKO
KIM JIN-WOONG
BAJK KI HO

(30)Priority

Priority number : 96 9647903

Priority date : 24.10.1996

Priority country : KR

97 9753022

16.10.1997

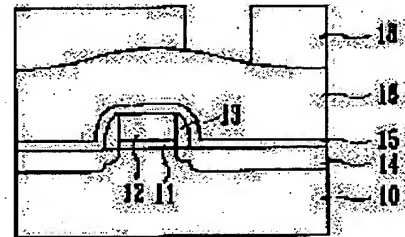
KR

(54) FORMATION OF CONTACT HOLE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming a contact hole which has superior process reproducibility and has an increased margin for the optimum processing conditions, since a nitride film and a substrate are not damaged either, and which has an increased evenness in etching and therefore increasing yield and the reliability of element operation.

SOLUTION: In the formation of a self-aligned contact hole using a nitride film 15 as an etching barrier layer, a mixed gas of percarbon fluorine carbide gas used for an etching of an interlayer insulating film 16 on the nitride film and carbon monoxide gas is used. By this method, a difference in etching selectivity between the oxide film 16 and the nitride film 15 is increased by C dissociated from CO. As a result, the damage to the nitride film 15 is prevented, and the stoppage of etching by O is also prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

25.01.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 261628

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 9 月 29 日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 21/3065			H01L 21/302	J
C23F 4/00			C23F 4/00	E
H01L 21/3213			H01L 21/88	D

審査請求 有 請求項の数 8 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 308117
(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 10 月 23 日
(31) 優先権主張番号 47903 / 1996
(32) 優先日 1996 年 10 月 24 日
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)
(31) 優先権主張番号 53022 / 1997
(32) 優先日 1997 年 10 月 16 日
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591024111
現代電子産業株式会社
大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山 13
6-1
(71) 出願人 597157554
アプライド マテリアルズ
APPLIED MATERIALS
アメリカ合衆国, カリフォルニア 95
054, サンタクララ, オークメッド
ヴィレッジ ドライブ エム-エス 1
246, 3225 番地
(74) 代理人 弁理士 山本 恵一

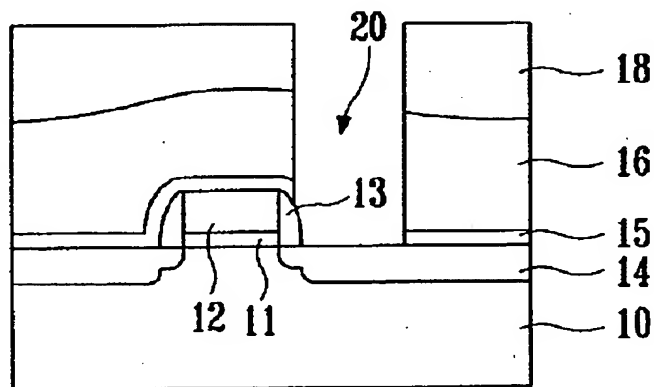
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体素子のコンタクトホール製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 工程の再現性が優れ、窒化膜が損傷されないため基板の損傷が防止されて最適工程条件の余裕度が増加し、エッチング均一度が増加して工程歩留り及び素子動作の信頼性を向上させるコンタクトホールの製造方法を提供する。

【解決手段】 窒化膜 15 をエッチング障壁層に用いる自己整列的なコンタクトホール (self-align contact、以下 SAC という) で、窒化膜上部の層間絶縁膜 16 エッチング工程時に用いられる過炭素炭化弗素ガスに一酸化炭素ガスを混合して用いたため、C O から解離された C により酸化膜 16 と窒化膜 15 間のエッチング選択比の差が増加して窒化膜 15 が損傷されず、O によりエッチング停止が発生しない。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部構造物を有する半導体基板上にエッチング障壁層を窒化膜で形成する工程と、

前記窒化膜上に層間絶縁膜を形成する工程と、

前記層間絶縁膜でコンタクトホール部分を露出させる感光膜パターンを形成する工程と、

前記感光膜パターンにより露出されている層間絶縁膜を除去して窒化膜を露出させるが、過炭素炭化弗素ガスと CO ガスの混合ガスを利用してエッチングする工程と、
前記窒化膜を除去してコンタクトホールを形成する工程を備える半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 2】 前記層間絶縁膜は、BPSG、TEOS 又は PSG 中いずれか一つで形成することを特徴とする請求項 1 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 3】 前記過炭素炭化弗素ガスは、C、F、C、F、C、F、C、F、CH、F、C、HF、の中で任意のいずれか一つ、これらの組合せ又は前記選択されたガスに C、F、CH、F、H、の中で一つ以上を混合させたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 4】 前記過炭素炭化弗素ガスは、5~50 sccm の C、F、ガス、5~30 sccm の C、F、ガス、1~30 sccm の CH、F ガス、5~40 sccm の C、F、ガス、20~50 sccm の C、F、ガス、5~40 sccm の C、F、ガス、1~30 sccm の C、F、ガス、又は 1~30 sccm の C、HF、ガスで用いることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 5】 前記 CO ガスは、1~30 sccm 程度の流量で用いることを特徴とする請求項 1 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 6】 前記混合ガスを利用したエッチング工程は、混合エッチングガスに不活性ガスを添加して行うことを特徴とする請求項 1 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 7】 前記不活性ガスは、0~500 sccm の Ar 又は He が用いられることを特徴とする請求項 6 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【請求項 8】 前記混合ガスを利用したエッチング工程は、500~3000 ワットのソース電力、500~3000 ワットのバイアス電力、1~150 mTorr の圧力、-50~50℃程度の電極温度を工程条件として行うことを特徴とする請求項 1 記載の半導体素子のコンタクトホール製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体素子のコンタクトホール製造方法に関し、特に窒化膜をコンタクトホールエッチング時のエッチング停止層に用いる自己整列

コンタクト (SAC) に適用する半導体素子のコンタクトホール製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近の半導体装置の高集積化傾向は微細パターン形成技術の発展に大きな影響を受けており、半導体装置の製造工程中でエッチング又はイオン注入工程等のマスクで幅広く用いられる感光膜パターンの微細化が必須条件である。

【0003】 前記感光膜パターンの分離能 (R) は、縮小露光装置の光源の波長 (λ) 及び工程変数 (K) に比例し、露光装置のレンズ口径 (numerical aperture; NA、開口数) に反比例する。

[$R = k * \lambda / NA$, R=解像度、 λ =光源の波長、NA=開口数]

【0004】 ここで前記縮小露光装置の光分解能を向上させるため光源の波長を減少させることになり、例えば、波長が 436 及び 365 nm の G-ライン及び i-ライン縮小露光装置は工程分解能がそれぞれ約 0.7、0.5 μ m 程度が限界であり、0.5 μ m 以下の微細パターンを形成するため波長の小さい遠紫外線 (deep ultraviolet; DUV)、例えば、波長が 248 nm の KrF レーザや 193 nm の ArF レーザを光源に用いる露光装置を利用したり、工程上の方法としては露光マスク (photo mask) で位相反転マスク (phase shift mask) を用いる方法と、イメージコントラストを向上させる別途の薄膜をウェーハ上に形成する C・E・L (contrast enhancement layer; 以下 CEL という) 方法や、二層の感光膜の間に S・O・G (spin on glass; SOG) 等の中間層を介在させた三層レジスト (Tri layer resister; 以下 TLR という) 方法、又は感光膜の上側に選択的にシリコンを注入させるシリレーション方法等が開発され分解能限界値を下げている。

【0005】 一方、上下の導電配線を連結するコンタクトホールは素子が高集積化するに従い自らの大きさと周辺配線との間隔が低減し、コンタクトホール直径と深さの比であるエスペクト比 (aspect ratio) が増加する。従って、多層の導電配線を備える高集積半導体素子ではコンタクトを形成するため製造工程でのマスク等の間の正確で厳しい整列が要求され工程余裕度が低減する。

【0006】 このようなコンタクトホールは、間隔の保持のためマスク整列時の誤配列トレランス (misalignment tolerance)、露光工程時のレンズ歪み (lens distortion)、マスク製作及び写真エッチング工程時の臨界大きさ変化 (critical dimension variation)、マスク間の整合 (registration) 等のような要因等を考慮してマスクを形成する。

【0007】 さらに、コンタクトホール形成時リソグラフィ (Lithography) 工程の限界を克服するため自己整列方法でコンタクトホールを形成する技術が開発された。自己整列コンタクトホール形成方法中一番好ましい

もので窒化膜をエッチング障壁層に用いる方法がある。

【0008】図示されていないが、従来半導体素子のコンタクトホール、例えば窒化膜をエッチング障壁にする電荷貯蔵電極コンタクトホールの製造方法に関し考察して見れば以下の通りである。

【0009】先ず、半導体基板上に所定の下部構造物、例えばモス電界効果トランジスタ (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor ; 以下 MOS FET という) 等を形成した後、前記構造の全表面にエッチング障壁層で用いられる窒化膜と酸化膜材質の層間絶縁膜を順次形成する。

【0010】その次に、前記半導体基板で電荷貯蔵電極コンタクトホールに予定されている部分上の層間絶縁膜を露出させる感光膜パターンを形成した後、前記感光膜パターンにより露出されている層間絶縁膜を過炭素炭化弗素 (carbon rich fluorocarbon) ガスを利用して乾式エッチングし窒化膜を露出させ、再び窒化膜をエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【0011】前記のような従来の技術に係る半導体素子のコンタクトホール製造方法は、前記層間絶縁膜とエッチング障壁層間のエッチング選択比の差が 5 : 1 以上に大きい条件で乾式エッチングして窒化膜を露出させ、再び前記露出した窒化膜を除去して半導体基板を露出させるコンタクトホールを形成するが、前記エッチング工程はエッチング選択比を増加させるため多量のポリマーを発生させる過炭素炭化弗素ガス、例えば C、F、C、F、C、F、C、F、C、F、C、H、F、C、HF、等を不活性ガスと混合して用いるが、エッチング時に発生するポリマーが酸化膜材質の層間絶縁膜上に蒸着されると、酸化膜から発生する酸素によりポリマー等が持続的に除去されエッチングが発生するが、ポリマーが窒化膜上に蒸着されるとエッチングソースが無いので窒化膜が損傷されない。

【0012】従って、ポリマーが増加すると酸化膜と窒化膜の間のエッチング選択比は増加するのに反し、ポリマーの量が異常に増加するかエッチングされない成分のポリマーが生成されると、或る段階でエッチングが停止する問題点を有する。

【0013】さらに、C/F の比が増加する程ポリマーの生成が増加され前記のエッチング停止の問題点が増加する。

【0014】一方、酸化膜と窒化膜の間のエッチング選択比の差が小さくなると、窒化膜が酸化膜エッチング時に損傷しその下部の導電層、例えば半導体基板が損傷したり、上・下部配線間に短絡が発生し、最適工程条件の工程余裕度が小さく、素子の再現性が低下して工程歩留り及び素子動作の信頼性を低下させる他の問題を有する。

【0015】さらに、エッチングチェンバー自体も石英や酸化アルミニウムのような酸素を発生させる材質で形

成されており、エッチング工程時のアウトガスによりウェーハのエッジ部分と中心部分のエッチング均一度が低下するさらに他の問題点を有する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記のような問題点を解決するためのものであり、本発明の目的は窒化膜をエッチング障壁層に用いる SAC 製造工程でコンタクトホールエッチングの際、窒化膜と酸化膜の間の適宜なエッチング選択比を得るため過炭素炭化弗素ガスに自主的に解離され、C と O の分圧を保持させる CO ガスを添加させ C 成分により窒化膜が損傷しないほどのエッチング選択比の差を保持するようにし、O 成分によりポリマーによるエッチング停止を防止して再現性が優れ、最適工程条件の余裕度が増加し、エッチング均一度が増加して工程歩留り及び素子動作の信頼性を向上させる半導体素子のコンタクトホール製造方法を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】前記のような目的を達成するための本発明に係る半導体素子のコンタクトホール製造方法の特徴は、所定の下部構造物を有する半導体基板上にエッチング障壁層を窒化膜で形成する工程と、前記窒化膜上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記層間絶縁膜でコンタクトホールに予定されている部分を露出させる感光膜パターンを形成する工程と、前記感光膜パターンにより露出している層間絶縁膜を除去して窒化膜を露出させるが、過炭素炭化弗素ガスと CO ガスの混合ガスを利用してエッチングする工程と、前記窒化膜を除去しコンタクトホールを形成する工程を備えることにある。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る半導体素子のコンタクトホール製造方法に関し、添付図を参照して詳細に説明する。

【0019】図 1 乃至図 2 は、本発明に係る半導体素子のコンタクトホール製造工程図であり、窒化膜をエッチング障壁層に用いる電荷貯蔵電極用 SAC の例である。

【0020】先ず、半導体基板 (10)、例えばシリコンウェーハ上にゲート酸化膜 (11) とゲート電極 (12)、スペーサ (13) 及び L・D・D (lightly doped drain ; 以下 LDD という) 構造のソース/ドレイン領域 (14) に構成される MOS FET を形成した後、前記構造の全表面にコンタクトホールエッチング時のエッチング障壁層に利用される窒化膜 (15) を形成し、その上部に層間絶縁膜 (16) を順次形成する。

【0021】この際、前記層間絶縁膜 (16) は BPSG (Boro Phospho Silicate Glass ; 以下 BPSG と称する) や TEOS (Tetra Ethyl Ortho Silicate ; 以下 TEOS という)、PSG (Phospho Silicate Glass ; PSG) 等の酸化膜材質で形成する。

【0022】その次に、電荷貯蔵電極コンタクトマスク用感光膜パターン(18)を形成する。(図1参照)

【0023】以後、前記感光膜パターン(18)により露出している層間絶縁膜(16)をCOガスと過炭素炭化弗素ガスを混合したエッチングガスを利用し乾式エッチングして窒化膜(15)を露出させる。

【0024】この際、前記乾式エッチング工程は過炭素炭化弗素ガス、例えばC₂F₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、C₄F₁₀、CH₃F、C₂H₂F₂、でなる群中で任意のいずれか一つを用いたり、これら組合せ又は前記選択されたガスにC₂H₂、CH₃F、H₂、の中で一つ以上を混合して用いる。

【0025】ここで、前記COガスが解離されC成分は窒化膜(15)が損傷されない程度のエッチング選択比の差を保持するようにし、O成分はエッチングソースとなりポリマーによるエッチング停止を防止する。そして、前記の混合ガスに不活性ガス、例えば、Ar、He、Ne、又はN₂等と混合して用いる場合もある。

【0026】さらに、前記乾式エッチング工程は500～3000ワット(Watts)のソース電力、500～3000ワットのバイアス電力、1～150mTorrの圧力、-50～50℃程度の電極温度の工程条件で行い、エッチングガスは5～50sccm(standard cubic centimeter)のC₂F₄、5～30sccmのC₂F₆、又は1～30sccmのCH₃Fのような過炭素炭化弗素ガスに1～30sccmのCOガスを利用するが、0～500sccmのArガスや0～500sccmのヘリウムガスを混合して行うこともできる。

【0027】さらに、前記乾式エッチング工程に用いられる他の過炭素炭化弗素ガスのC₂F₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、C₄F₁₀、C₂H₂F₂及びC₂H₂の最適ガス流量は、それぞれ5～40、10～50、5～40、1～30及び1～30sccmである。

【0028】その次に、前記露出している窒化膜(15)を連続的な乾式エッチング方法で除去し、半導体基板(10)を露出させるコンタクトホール(20)を完成する。(図2参照)

【0029】図3乃至図6は、本発明に用いられた乾式エッチングガスの流量に対する層間絶縁膜のエッチング率を示すグラフ図である。

【0030】前記図3は、C₂F₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、C₄F₁₀又はC₂H₂F₂、ガス流量に伴う層間絶縁膜のエッチング率を示したものであり、ポジティブの傾斜度を有する直線形に示される。ここで、前記C₂F₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、C₄F₁₀及びC₂H₂F₂ガスは、前記層間絶縁膜を形成する酸化膜の主要エッチングガスである。

【0031】前記図4は、C₂H₂、CH₃F、CH₃F₂又はH₂等のガス流量に伴う層間絶縁膜のエッチング率を示したものであり、上側一部が凸状に形成される

が、C₂H₂、CH₃F、CH₃F₂又はH₂等のガス流量に伴うエッチング率の極大点はC₂F₄/Ar、C₂F₆/Ar及び他の変数に影響を受けて変化することもある。

【0032】前記図5は、COガス流量に伴う層間絶縁膜のエッチング率を示したもので、上側一部が凸状に形成されるがガス流量に伴うエッチング率の極大点は、他の変数に影響を受けて変化することもある。

【0033】前記図6は、Ar、He、Ne又はN₂等のガス流量に伴う層間絶縁膜のエッチング率を示したもので、下側一部が凸状に形成されるがガス流量に伴うエッチング率の極小点は他の変数に影響を受けて変化することもある。

【0034】一方、前記図4乃至図6のグラフ図に示す前記C₂H₂、CH₃F、CH₃F₂、H₂等のガス、COガス及びAr、He、Ne、N₂等のガスは前記C₂F₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、C₄F₁₀及びC₂H₂F₂等の主要エッチングガスとともに用いられる。

【0035】

【発明の効果】以上で説明したように、本発明に係る半導体素子のコンタクトホール製造方法は窒化膜をエッチング障壁層に用いるSACで、窒化膜上部の層間絶縁膜エッチング工程時に用いられる過炭素炭化弗素ガスに一酸化炭素ガスを混合して用いたため、COから解離されたCにより酸化膜と窒化膜間のエッチング選択比の差が増加して窒化膜が損傷されず、O成分がポリマーによるエッチング停止を防止して工程の再現性が優れ、窒化膜が損傷されないため基板の損傷が防止され、最適の工程条件の余裕度が増加し、エッチング均一度が増加して工程歩留り及び素子動作の信頼性を向上させ得る利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体素子のコンタクトホール製造工程図である。

【図2】本発明に係る半導体素子のコンタクトホール製造工程図である。

【図3】本発明に用いられた乾式エッチングガスの流量に対する層間絶縁膜のエッチング率を示すグラフ図である。

【図4】本発明に用いられた乾式エッチングガスの流量に対する層間絶縁膜のエッチング率を示すグラフ図である。

【図5】本発明に用いられた乾式エッチングガスの流量に対する層間絶縁膜のエッチング率を示すグラフ図である。

【図6】本発明に用いられた乾式エッチングガスの流量に対する層間絶縁膜のエッチング率を示すグラフ図である。

【符号の説明】

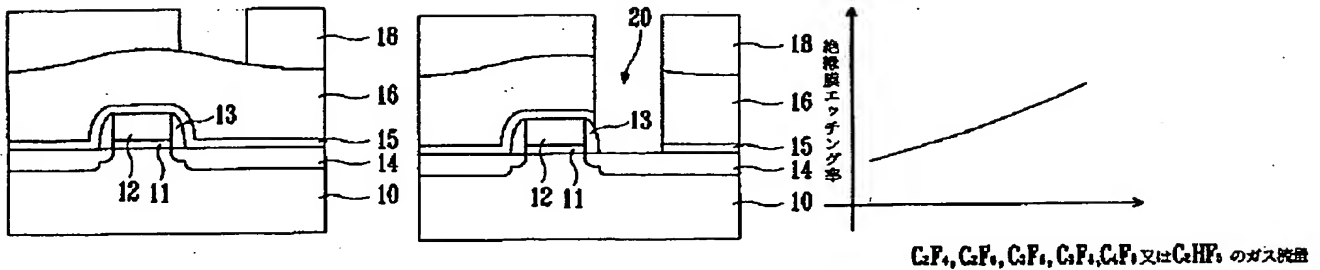
- 10 半導体基板
11 ゲート酸化膜
12 ゲート電極
13 スペース
14 ソース/ドレイン領域

- 15 窒化膜
16 層間絶縁膜
18 感光膜パターン
20 コンタクトホール

【図 1】

【図 2】

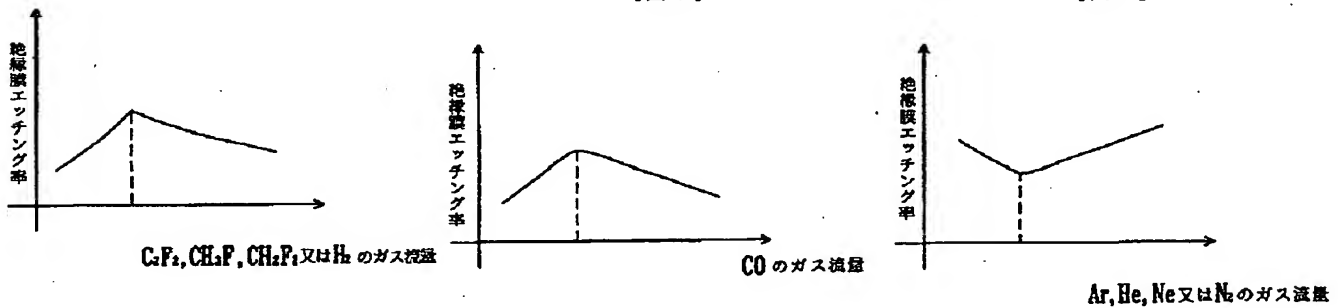
【図 3】



【図 4】

【図 5】

【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 金 正浩
大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山 13
6-1 現代電子産業株式会社内
- (72)発明者 金 眞雄
大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山 13
6-1 現代電子産業株式会社内
- (72)発明者 白 基鎬
大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山 13
6-1 現代電子産業株式会社内